

Dificultades de las/os estudiantes en la conceptualización de reacción química y reactivo limitante.

- ❖ **VETERE, VIRGINIA** | vetere@quimica.unlp.edu.ar
- ❖ **SANTANDREU, M. FERNANDA** | fersantandreu78@gmail.com
- ❖ **RODRÍGUEZ SARTORI, DAMIÁN** | rodriguezsartoridamian@gmail.com
- ❖ **COGO, GABRIELA** | cogogabriela@gmail.com
- ❖ **MORALES, M. DOLORES** | mdolo.morales@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, Argentina.

RESUMEN

La enseñanza de la química presenta algunas particularidades que deben tenerse en cuenta a la hora de comenzar un curso de primer año. Una de las dificultades en el aprendizaje de esta disciplina se debe a que los contenidos se relacionan frecuentemente con conceptos abstractos, que son difíciles de comprender para las/os estudiantes ya que están alejados de sus experiencias e ideas. Por otro lado es muy difícil para las/os alumnas/os establecer relaciones entre los niveles de representación empleados en química (macroscópicos, microscópicos y simbólicos).

Algunas/os autoras/es sostiene que la habilidad de representar la materia a nivel de partículas no mejora a medida que los estudiantes transitan diferentes cursos de química sino que necesitan un trabajo sistemático que incluya estas representaciones.

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos a partir de una actividad de evaluación inicial o predictiva, realizada previamente al tratamiento de los temas reacción química y reactivo limitante, en curso de química universitaria de primer año. El objetivo de la actividad fue determinar la situación inicial de cada una/o de las/os estudiantes y del grupo clase. Se observó que algunas/os alumnas/os no comprenden las fórmulas químicas en términos de partículas

y el significado de los subíndices o de los coeficientes estequiométricos. Además, presentan dificultades en asumir la conservación de la materia antes y después de una reacción química. Se observó que estas representaciones persisten al finalizar la materia, siendo necesario un trabajo sistemático durante todo el curso que favorezca las relaciones entre los distintos niveles de representación de la química.

PALABRAS CLAVE: Reacción Química, Reactivo Limitante, Representaciones, Partículas.

1. INTRODUCCIÓN

Un tema recurrente en la práctica docente universitaria es considerar que las/os alumnas/os traen consigo ciertos conceptos, procesos y operaciones ya incorporados de vivencias previas. Este hecho parecería ofrecer una ventaja temporal para desarrollar nuevos conocimientos, pero en realidad resulta ser un obstáculo debido a las distintas percepciones que tienen las/os estudiantes acerca de diversos temas. Por este motivo es importante que las/os docentes realicen una fase indagatoria preliminar que ponga en evidencia las ideas previas de las/os alumnas/os para mejorar la calidad de la enseñanza (Ordenes, 2014).

Si bien la situación descrita se evidencia en cualquier ámbito de la educación, la enseñanza de la química presenta algunas particularidades que deben tenerse en cuenta a la hora de comenzar un curso de primer año. Las dificultades en el aprendizaje de la química son debidas, principalmente, a la existencia de diferentes niveles de descripción de la materia (macroscópico y microscópico) así como a la complejidad del nivel representacional que se basa en el uso de símbolos, fórmulas, diagramas y modelos para interpretar, la composición de la materia, la formulación de los compuestos y las reacciones químicas, entre otros temas (Montagut Bosque, 2010). Por estos motivos, se observa con frecuencia que para las/os estudiantes de química es muy difícil establecer relaciones entre los niveles de representación y el lenguaje empleados en esta ciencia, particularmente cuando se inicia el estudio de esta disciplina.

En el caso particular de las reacciones químicas, se manifiesta este problema cuando las/os estudiantes deben interpretar lo que ocurre a nivel macroscópico con un modelo que

involucre una representación microscópica. Muchas/os estudiantes tienen serias dificultades conceptuales en la medida en que se esfuerzan por comprender ideas abstractas (Ordenes, 2014). El pasaje de lo que ocurre a partir de la percepción de los cambios químicos a una interpretación de rupturas y formación de enlaces entre átomos (utilizando fórmulas de Lewis, modelo de bolas y palos, u otras representaciones), resulta el principal desafío para las/os docentes en virtud de favorecer un aprendizaje significativo en las/os alumnas/os. Así, es necesario implementar estrategias que relacionen los nuevos conocimientos con las ideas adquiridas anteriormente, generando estructuras que faciliten el anclaje del contenido a partir de una información sustentable (Mintzes, Wandersee & Novak, 1998).

Según un informe realizado por la Dirección de Estadísticas de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP, las materias del área química resultan ser las más complicadas de aprobar para los alumnos del primer año del Ciclo Básico (CIBEX) (Minardi G., Duchowney G. y Kudraszow N., 2015). Si bien existen múltiples factores que pueden contribuir con estos resultados, uno de ellos puede deberse a las dimensiones mencionadas en párrafos anteriores. Los contenidos de química se relacionan frecuentemente con conceptos abstractos, que son difíciles de comprender para las/os estudiantes ya que están alejados de sus experiencias e ideas (Contreras S. y González A, 2014; Sosa, P., y Méndez, N., 2011; Gabel, D., 1999). Por otro lado establecer relaciones entre los niveles de representación empleados en química (macroscópicos, microscópicos y simbólicos) puede ser un obstáculo para las/os estudiantes (Ordenes R., Arellano M., Jara R., Merino C., 2014).

Algunas/os autoras/es sostiene que la habilidad de representar la materia a nivel de partículas no mejora a medida que las/os estudiantes transitan diferentes cursos de química sino que necesitan un trabajo sistemático que incluya estas representaciones (Gabel S., 1987). Se ha mostrado que unidades didácticas basadas en la vinculación sistemática de los niveles macro, micro, simbólico y gráfico, con un rol importante de la representación de las partículas, han tenido un impacto positivo en el aprendizaje conceptual de las/os estudiantes (Casado, 2003).

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos a partir de una actividad de evaluación inicial o predictiva, realizada previamente al tratamiento de los temas reacción química y reactivo limitante. El objetivo de la actividad fue determinar la situación inicial de cada una/o de las/os estudiantes (diagnóstico) y del grupo clase (pronóstico). Esta actividad posibilitó la

modificación de las secuencias de aprendizaje y la adecuación de las actividades previstas para responder a las necesidades y dificultades del alumnado.

2. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La enseñanza de la Química se aborda tradicionalmente a través de ejercicios o problemas cuya resolución por parte de las/os estudiantes no implica la comprensión de los conceptos involucrados, ni la interpretación de los fenómenos a nivel de partículas (átomos, moléculas, iones). Muchas investigaciones han mostrado que las/os alumnas/os tienen más habilidad para resolver problemas tradicionales que involucren algoritmos (aún sin una comprensión conceptual profunda) que para aquellos problemas conceptuales que utilicen representaciones de partículas. En este sentido Pickering encontró que el 95% de los estudiantes indagados resolvieron correctamente problemas numéricos tradicionales pero solo el 38% pudo resolver correctamente los problemas conceptuales (Pickering, 1990).

La comprensión conceptual implica habilidades y conocimientos que permiten a las/os estudiantes predecir lo que va a ocurrir, argumentar una elección, explicar cómo y por qué ocurre un fenómeno, obtener información de utilidad de distintas fuentes, etc. Así, se hace necesario trabajar las cuestiones conceptuales con actividades donde deban relacionar situaciones iniciales y finales de un cambio químico, expresada como ecuación química y a través de modelos de partículas.

En este sentido, nos propusimos plantear una actividad inicial, previa al tratamiento del tema reacciones químicas y reactivo limitante, con el objetivo de indagar la situación de partida de las/os estudiantes y comenzar a trabajar la articulación entre los niveles macroscópico, microscópico y simbólico. Se trabajó con un grupo de 35 estudiantes del primer curso de química correspondiente de la Facultad de Ciencias Exactas. Las/os estudiantes realizaron la actividad fuera de la clase posteriormente a realizar una lectura de los temas involucrados de algún libro de texto empleado en los cursos introductorios de química universitaria.

La primera actividad se muestra en la figura 1, donde se propone la representación de una reacción química a través de una ecuación y de un modelo con círculos de colores que distinguen átomos distintos. Se pudo observar que aproximadamente el 70 % de las/os estudiantes

realizaron correctamente la actividad 1. Entre las representaciones alternativas encontradas se evidenciaron principalmente las mostradas en la figura 2 (en todos los casos la ecuación química balanceada fue planteada correctamente). En un primer análisis de estos resultados pareciera existir la imposibilidad de distinguir entre el coeficiente estequiométrico de la ecuación química ($N_2 + 3H_2$

$2NH_3$) y la estruc

planteadas implica la comprensión de los conceptos de fórmula química, reacción química, ecuación química, reactivos y productos, subíndices y coeficientes estequiométricos. Es frecuente encontrar que las/os estudiantes no comprendan las fórmulas químicas en términos de partículas y el significado de los subíndices o de los coeficientes estequiométricos, aun cuando balanceen correctamente las ecuaciones químicas (Yarroch, 1985).

En la figura 3 se muestra la segunda actividad que implica el concepto de reactivo limitante. Se observó que sólo aproximadamente el 25 % de las/os estudiantes contestaron correctamente. Pudo evidenciarse un alto porcentaje de alumnas/os que no pudieron realizar la actividad y un 40 % que realizaron otras representaciones que son mostradas en la figura 4. En la figura 4 pueden verse las representaciones encontrados con mayor frecuencia, que hemos dividido en tres casos a los fines de simplificar el análisis:

1) En el siguiente gráfico las esferas rojas representan un átomo de H y las azules un átomo de N.

a) Escribí las fórmulas químicas de los reactivos.

b) Sabiendo que el único producto de la reacción es amoníaco, y considerando que la reacción es completa, escribí la ecuación balanceada. Investigá los estados de agregación de esas sustancias a temperatura y presión ambiente y agregá esta información a la ecuación.

c) En base al gráfico, ¿cuántas moléculas de amoníaco se formarán? Dibujalas en el recuadro vacío.

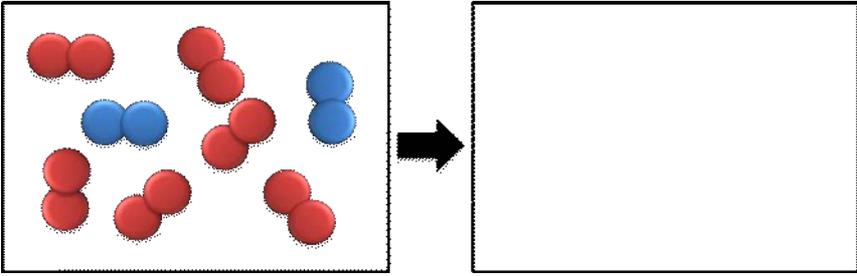


Figura 1. Actividad 1: reacción química.

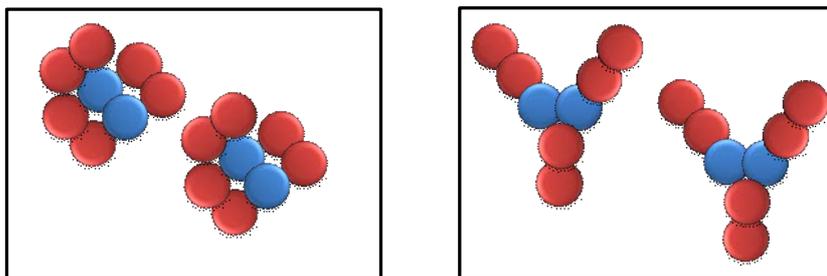


Figura 2. Algunas representaciones encontradas en la actividad 1.

1. En la figura 4 a) y b) se muestra la representación de aquellas/os estudiantes que han tenido en cuenta la conservación de la materia antes y después de la reacción pero que, habiendo hecho en la primera actividad una representación de los productos como la mostrada en la figura 2.
2. Sostienen aquí el mismo error. En el caso de la figura 4 a) se observa además que el reactivo en exceso es simbolizado como formando parte de especies que no tienen existencia real.
3. Este grupo de estudiantes también tienen en cuenta que la materia se conserva durante una reacción química, sin embargo propone productos diferentes al representado en la actividad 1, que en todos los casos fue realizada correctamente. Podría pensarse que para ellas/os igual reacción química no significa necesariamente obtener los mismos productos (figura 4c).
4. Este tercer grupo simboliza correctamente el producto NH_3 pero no tiene en cuenta la conservación de la materia. En este caso hay diferentes tipos de representaciones, siendo una que se repite la mostrada en la figura 4 d. Esta representación puede estar relacionada con lo reportado por otros autores que han observado que algunos estudiantes sostienen que el reactivo limitante es la sustancia que tiene el menor coeficiente estequiométrico en la ecuación química balanceada (Huddle y Pillay, 1996). Podría pensarse que las/os estudiantes que propusieron estas representaciones entienden que el reactivo en defecto es N_2 (por poseer el menor coeficiente estequiométrico) y por tanto debe reaccionar completamente sin tener en cuenta la cantidad de H_2 de partida.

Si bien muchas de estas representaciones alternativas son las encontradas frecuentemente y reportadas por otros autores, consideramos que las actividades propuestas deben complementarse con entrevistas donde los estudiantes puedan relatar los argumentos que pusieron en juego a la hora de realizar las representaciones. Asimismo es necesaria una actividad

complementaria al final del curso para indagar sobre la influencia que tuvo el trabajo en el aula sobre las representaciones de los estudiantes en los distintos niveles. En este sentido, debido a que la cursada había finalizado, contamos sólo con la colaboración de 4 estudiantes que volvieron a realizar la actividad. En los 4 casos las respuestas fueron las mismas que para la actividad inicial, 2 de ellas correctas y las otras 2 del tipo representado en la figura 4 c). Si bien el número de estudiantes es muy reducido parecería indicar que el tratamiento del tema reactivo limitante a través de analogías y de problemas tradicionales no es suficiente para cambiar las concepciones alternativas de las/os estudiantes. Nos proponemos para el próximo curso trabajar sistemáticamente las relaciones entre los distintos niveles de representación y evaluar si esto favorece una comprensión conceptual más profunda del tema.

Consideramos que para validar los resultados de este estudio preliminar sería deseable realizarlo con una mayor cantidad de estudiantes.

2) En base a la misma reacción química del inciso 1), dibujá en cada uno de los recuadros siguientes las sustancias presentes al final de la reacción. Considerá nuevamente que la reacción es completa, es decir, ocurre hasta consumir completamente uno o más reactivos.

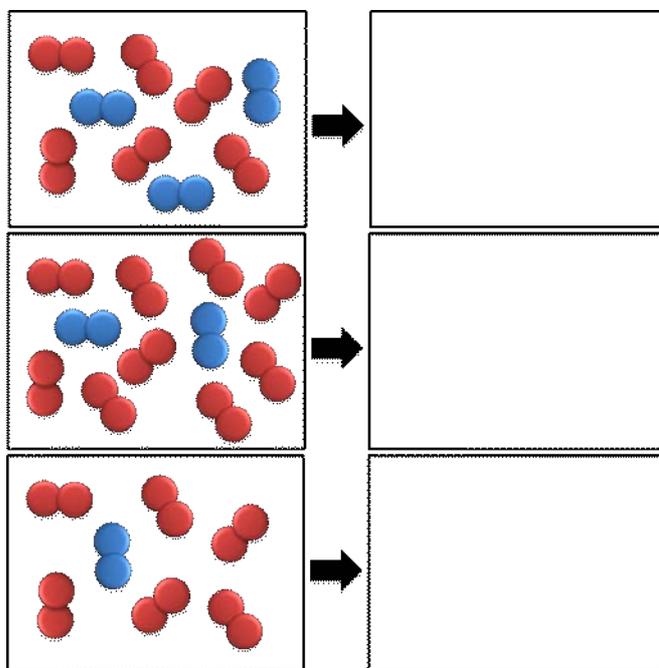


Figura 3. Actividad 2: reactivo limitante.

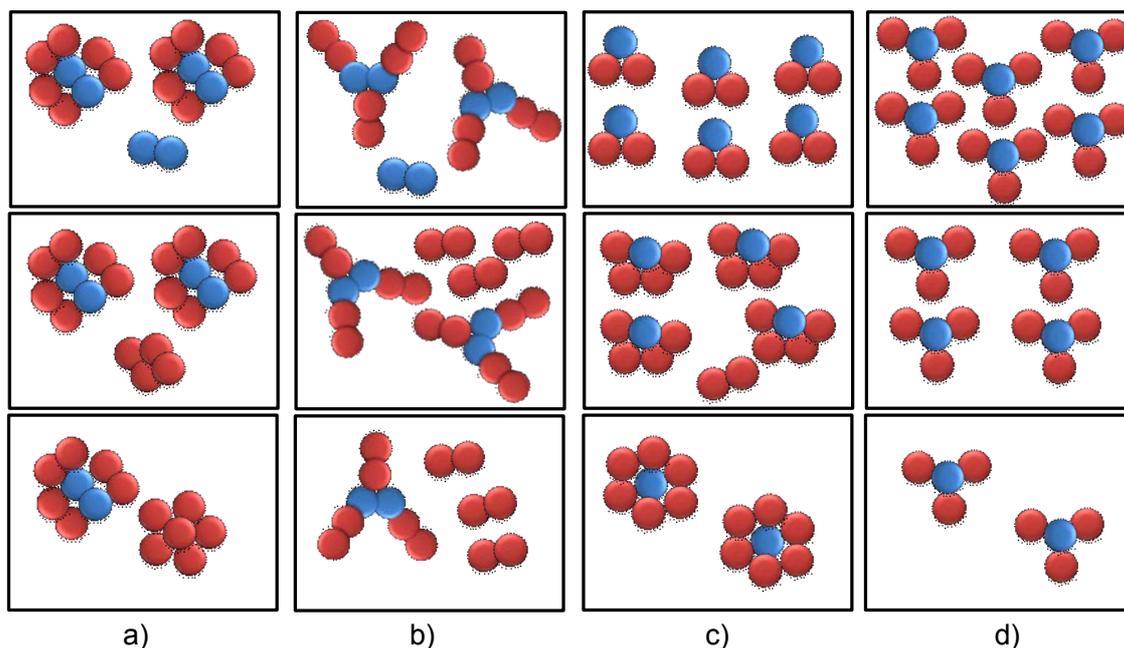


Figura 4. Representaciones de la actividad 2.

3. CONCLUSIONES

A partir de los resultados presentados en este trabajo podemos concluir que existen dificultades conceptuales en los temas reacción química y reactivo limitante y en su interpretación a nivel de partículas.

En cuanto a la actividad correspondiente a reacción química, la mayor parte de las/os estudiantes responden correctamente. Los errores más comunes encontrados tienen que ver con la falta de comprensión de las fórmulas químicas en términos de partículas y el significado de los subíndices o de los coeficientes estequiométricos,

Con respecto a la actividad propuesta para indagar sobre las ideas acerca de reactivo limitante encontramos que sólo el 25 % responde correctamente. En este caso se encuentran dificultades en los conceptos de conservación de la materia, en distinguir el estado final de una reacción química, en determinar el reactivo limitante y lo que implica que los reactivos no estén presentes en la relación estequiométrica.

Al igual que otras/os autoras/es hemos encontrado que estas representaciones alternativas persisten aún después de haber trabajado el tema en el curso. Nos proponemos plantear actividades sistemáticas que permitan trabajar los distintos niveles de representación a lo largo del próximo curso y evaluar si contribuye a un aprendizaje significativo de estos conceptos.

BIBLIOGRAFÍA

Casado, G. (2003). "Enseñanza y aprendizaje del concepto de reacción química. Investigación en el campo de la Didáctica de las Ciencias". Tesina de grado Profesorado en Química. Universidad Nacional del Comahue.

Contreras S. y González A. (2014) "La selección de contenidos conceptuales en los programas de estudio de Química y Ciencias Naturales chilenos: análisis de los niveles macroscópico, microscópico y simbólico". *Educación Química*, 25(2), 97-103, 2014.

Gabel, D. (1993). "Use of particle nature of matter in developing conceptual understanding". *Journal of Chemical Education*, 70(3), 193-194.

Gabel, D. (1999). "Improving Teaching and Learning through Chemistry". *Education Research: A look to the future, Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.

Huddle, P. y Pillay, A. (1996). "An in-depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African University". *Journal of Research in Science Teaching*, 23(1), 65-77.

Minardi G., Duchowney G. y Kudraszow N. (2015). "Informe de Trayectorias Estudiantiles". Recuperado de http://www.exactas.unlp.edu.ar/uploads/docs/informe_de_trayectorias_estudiantiles.pdf.

Mintzes, J., Wandersee, J., Novak, J. (1998). "Teaching science for understanding". San Diego: Academic Press.

Montagut Bosque, P. (2010). "Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios". *Educación Química*, 21(2), 126-138.

Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., y Merino, C. (2014). "Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia". *Educación Química*, 15(2), 120-128.

Pickering, M. (1990). "Further studies on concept learning versus problem solving". Journal of Chemical Education, 67(3), 254-255.

Sosa, P., y Méndez, N. (2011). "El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla". Educación Química, 1 (8), 44- 51.

Yarroch, W. (1985). "Student understanding of chemical equationbalancing". Journal of Research in Science Teaching, 22(5),449-459.